

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-124115

(P2003-124115A)

(43) 公開日 平成15年4月25日 (2003. 4. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/20		H 0 1 L 21/20	5 F 0 4 1
33/00		33/00	C 5 F 0 5 2
H 0 1 S 5/323	6 1 0	H 0 1 S 5/323	6 1 0 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数184 O L (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2001-315705(P2001-315705)

(22) 出願日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 小林 俊雅

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082762

弁理士 杉浦 正知

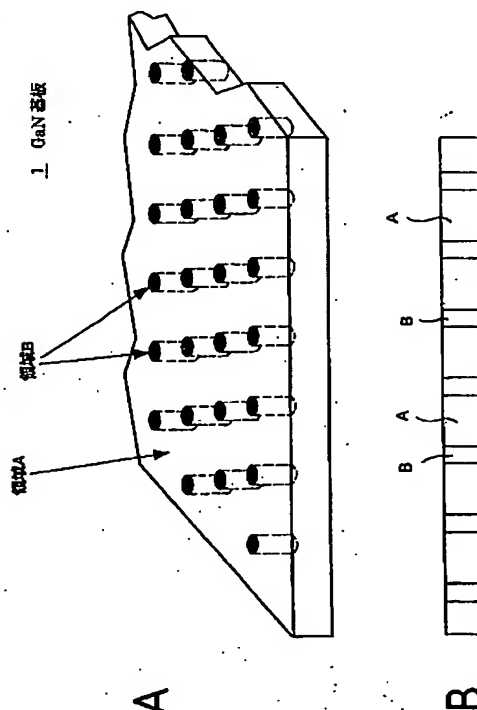
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造基板の製造方法、構造基板、半導体発光素子の製造方法、半導体発光素子、半導体素子の製造方法、半導体素子、素子の製造方法および素子

(57) 【要約】

【課題】 発光特性などの特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体発光素子や特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体素子を実現する。

【解決手段】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域A中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域Bが規則的に配列している窒化物系III-V族化合物半導体基板1を用いて半導体発光素子あるいは半導体素子を製造する際に、第2の領域Bの上を通らないように半導体発光素子の発光領域あるいは半導体素子の活性領域を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 2】 上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造の位置および方位を決めるようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 3】 上記複数の第 2 の領域は周期的に配列していることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 4】 上記構造基板の構造および上記複数の第 2 の領域はそれぞれ周期的に配列していることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 5】 上記構造基板の構造の周期を w_1 、上記複数の第 2 の領域の周期を w_2 としたとき、 $w_2 = n \times w_1$ (ただし、 n は自然数) であることを特徴とする請求項 4 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 6】 上記構造基板の構造の周期を w_1 、上記複数の第 2 の領域の周期を w_2 としたとき、 $w_1 = n \times w_2$ (ただし、 n は自然数) であることを特徴とする請求項 4 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 7】 上記構造基板の構造は素子の活性領域であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 8】 上記構造基板の構造は横方向選択成長に用いられるマスクパターンであることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 9】 上記複数の第 2 の領域は六方格子状に周期的に配列していることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 10】 上記複数の第 2 の領域は長方形格子状に周期的に配列していることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 11】 上記複数の第 2 の領域は正方格子状に周期的に配列していることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 12】 互いに隣接する二つの上記第 2 の領域の間隔は $20 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 13】 互いに隣接する二つの上記第 2 の領域の間隔は $50 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 14】 互いに隣接する二つの上記第 2 の領域の間隔は $100 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項

1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 15】 上記第 2 の領域の周期は $20 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 16】 上記第 2 の領域の周期は $50 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 17】 上記第 2 の領域の周期は $100 \mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 3 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 18】 上記第 2 の領域は上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を貫通していることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 19】 上記第 2 の領域は不定多角柱状の形状を有することを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 20】 上記第 1 の領域と上記第 2 の領域との間に上記第 1 の平均転位密度より高く、かつ上記第 2 の平均転位密度より低い第 3 の平均転位密度を有する第 3 の領域が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 21】 上記第 2 の領域および上記第 3 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする請求項 20 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 22】 上記第 2 の領域の直径は $10 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 23】 上記第 2 の領域の直径は $20 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 24】 上記第 3 の領域の直径は上記第 2 の領域の直径より $20 \mu\text{m}$ 以上 $200 \mu\text{m}$ 以下大きいことを特徴とする請求項 20 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 25】 上記第 3 の領域の直径は上記第 2 の領域の直径より $40 \mu\text{m}$ 以上 $160 \mu\text{m}$ 以下大きいことを特徴とする請求項 20 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 26】 上記第 3 の領域の直径は上記第 2 の領域の直径より $60 \mu\text{m}$ 以上 $140 \mu\text{m}$ 以下大きいことを特徴とする請求項 20 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 27】 上記第 2 の領域の平均転位密度は上記第 1 の領域の平均転位密度の 5 倍以上であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 28】 上記第 2 の領域の平均転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 29】 上記第 1 の領域の平均転位密度は $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 以下、上記第 2 の領域の平均転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 30】 上記第 1 の領域の平均転位密度は $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 以下、上記第 2 の領域の平均転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以上、上記第 3 の領域の平均転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ より小さく、 $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ より大きいことを特徴とする請求項 20 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 31】 上記構造基板の構造が上記第 2 の領域から $1 \mu\text{m}$ 以上離れていることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 32】 上記構造基板の構造が上記第 2 の領域から $10 \mu\text{m}$ 以上離れていることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 33】 上記構造基板の構造が上記第 2 の領域から $100 \mu\text{m}$ 以上離れていることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 34】 上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板上に窒化物系 III-V 族化合物半導体層を成長させたものに上記構造を形成するようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 35】 上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板は $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_z\text{As}_u\text{N}_{1-u-v}$ 、 P_v （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $0 \leq u \leq 1$ 、 $0 \leq v \leq 1$ 、 $0 \leq x+y+z < 1$ 、 $0 \leq u+v < 1$ ）からなることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 36】 上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板は $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_z\text{N}$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $0 \leq x+y+z < 1$ ）からなることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 37】 上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_z\text{N}$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ）からなることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 38】 上記窒化物系 III-V 族化合物半導体基板は GaN からなることを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 39】 上記第 2 の領域の間隔および／または配列が周囲の部分と異なる部分を複数箇所設け、これらの部分をアライメントマークとして用いてマスク合わせを行うようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 40】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 41】 上記第 2 の領域の間隔および／または

配列が周囲の部分と異なる部分を複数箇所設け、これらの部分をアライメントマークとしたことを特徴とする請求項 40 記載の構造基板。

【請求項 42】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 43】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 44】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 45】 上記第 1 の領域は単結晶であり、上記第 2 の領域は単結晶、多結晶もしくは非晶質またはこれらの二以上が混在したものであることを特徴とする請求項 44 記載の構造基板の製造方法。

【請求項 46】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 47】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 48】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を

用いた半導体発光素子であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項49】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項50】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項51】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項52】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項53】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項54】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項55】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項56】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項57】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項58】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項59】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項60】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項61】 第1の平均欠陥密度を有する結晶から

なる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 69】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 70】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であつて、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 71】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

30 【請求項 7 2】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 7 3】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 7 4】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子

【請求項68】 第1の平均欠陥密度を有する結晶から 50

子。

【請求項 7 5】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 7 6】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 7 7】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 7 8】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 7 9】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 8 0】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 8 1】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 8 2】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1

の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 8 3】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項 8 4】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項 8 5】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項 8 6】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項 8 7】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項 8 8】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項 8 9】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 9 1】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 9 2】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 93】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-Ⅴ族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 9 4】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、

【請求項 95】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 96】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であつて、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 97】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 98】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いた構造基板であつて、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 9 9】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 I I I - V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項１００】 結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いた構造基板であつて、
上記第２の領域の上を通らないように上記構造基板の構

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項１０６】 結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、上記第１の方向と直交する第２の方向に上記第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項107】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅢⅢ-Ⅴ族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 108】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項１０９】 第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に上記第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅢⅢ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であつて、

上記第2の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 110】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 111】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 112】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 113】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 114】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 115】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 116】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶か

らなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 117】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 118】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 119】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 120】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 121】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系

ⅠⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項122】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均2陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、
10 上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項123】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
20 上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項124】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延4する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ－Ⅴ族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項125】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
40 上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項126】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項127】 第1の平均欠陥密度を有する結晶か

らなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項128】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項129】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項130】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項131】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項132】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項133】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板の製造方法。

造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 133】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 134】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 135】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 136】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 137】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 138】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素

子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 139】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 140】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 141】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 142】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 143】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、

上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半

導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 4 4】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 1 4 5】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 4 6】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 1 4 7】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【請求項 1 4 8】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第 2 の領域が互いに平行に規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 1 4 9】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 1 5 0】 第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 1 5 1】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 1 5 2】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

活性領域が形成されていることを特徴とする半導体素子。

【請求項 1 5 3】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体素子の製造方法。

【請求項 1 5 4】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、
上記第 2 の領域の上を通らないように上記半導体素子の

子。

【請求項１６１】 第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に上記第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、上記第１の方向と直交する第２の方向に上記第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項１６２】 第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に上記第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、上記第１の方向と直交する第２の方向に上記第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項１６３】 第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に上記第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、上記第１の方向と直交する第２の方向に上記第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 164】 第 1 の平均欠陥密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に上記第 1 の平均欠陥密度より高い第 2 の平均欠陥密度を有する複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項 165】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方向に第 1 の間隔で規則的に配列し、上記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に上記第 1 の間隔より小さい第 2 の間隔で規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項 166】 結晶からなる第 1 の領域中にこの第 1 の領域より結晶性が悪い複数の第 2 の領域が第 1 の方

向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項167】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項168】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項169】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項170】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項171】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とする構造基板の製造方法。

【請求項172】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記構造基板の構造が形成されていることを特徴とする構造基板。

【請求項173】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項174】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いた素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項175】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項176】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いた半導体素子であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項177】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、

上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項178】 結晶からなる第1の領域中にこの第

1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、上記第1の方向と直交する第2の方向に上記第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いた素子であって、上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項179】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項180】 第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項181】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする半導体の製造方法。

【請求項182】 第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に上記第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域が形成されていることを特徴とする素子。

【請求項183】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする素子の製造方法。

【請求項184】 結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた素子であって、
上記第2の領域の上を通らないように上記素子の活性領

域が形成されていることを特徴とする素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、構造基板の製造方法、構造基板、半導体発光素子の製造方法、半導体発光素子、半導体素子の製造方法、半導体素子、素子の製造方法および素子に関し、例えば、窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体を用いた半導体レーザや発光ダイオードあるいは電子走行素子の製造に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】GaN、AlGaInN、GaInN、AlGaInNなどの窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体は、AlGaInAs系ⅢⅤ族化合物半導体やAlGaInP系ⅢⅤ族化合物半導体に比べてバンドギャップ E_g が大きく、かつ直接遷移の半導体材料であるという特徴を有している。このため、これらの窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体は、紫外線から緑色に当たる短波長の光の発光が可能な半導体レーザや、紫外線から赤色まで、および白色という広い発光波長範囲をカバーできる発光ダイオード(LED)などの半導体発光素子を構成する材料として注目されており、高密度光ディスクやフルカラーディスプレイ、さらには環境・医療分野など、広く応用が考えられている。

【0003】また、これらの窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体は、例えばGaNの高電界における飽和速度が大きいこと、例えば400℃程度までの高温動作が可能であること、および、例えばMIS(Metal-Insulator-Semiconductor)構造における絶縁層の材料にAlNを用いることで半導体層および絶縁層の形成を結晶成長により連続して行うことができるなどの特徴を有している。このため、これらの窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体は、高温動作可能な高出力の高周波電子素子を構成する材料としても期待されている。

【0004】このほか、窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体の長所としては、以下のことが挙げられる。

(1) 熱伝導性がGaAs系半導体などよりも高く、高温・高出力動作の素子向きである。

(2) 材料が化学的に安定であり、また硬度も高く、高い信頼性を得やすい。

(3) 環境への負荷が小さい化合物半導体材料である。すなわち、AlGaInN系半導体は、構成材料や原料に環境への影響が大きい環境汚染物質や毒物を含まない。具体的には、AlGaAs系半導体におけるヒ素(As)、ZnCdSSe系半導体におけるカドミウム(Cd)などに相当する材料およびその原料(アルシン(AsH₃))などを使用しない。

【0005】しかしながら、従来、窒化物系ⅢⅤ族化合物半導体を用いた素子においては、高い信頼性を得るのに適当な基板材料がないという問題があった。窒

化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体の基板材料として、特に高品質の結晶を得るために、以下の問題や状況がある。

(1) 構成材料のGa₂N、AlGa₂N、GaIn₂Nが格子定数の異なる全歪み系である。そのため、窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体同士および基板との間に、クラックなどを生じない範囲および良質の結晶膜が得られる範囲に組成や厚さなどを抑えるなど、設計上の制限がある。

(2) Ga₂Nに格子整合する高品質基板がまだ開発されていない。GaAs系半導体やGaInP系半導体に格子整合する高品質GaAs基板や、GaInAs系半導体に格子整合する高品質InP基板があるように、例えば高品質なGa₂N基板は開発途上であり、格子定数差の比較的小さいSiC基板は、高価であり、大口径化も困難であり、結晶膜に引っ張り歪みが発生するためクラックが発生しやすい、などの問題があり、またこれら以外にはGa₂Nに格子整合する基板がない。

(3) 窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体の基板材料の必要条件に、約1000℃の高い結晶成長温度およびⅤ族原料のアンモニア雰囲気に変質・腐食されないことがある。

【0006】以上のような理由により、窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体の基板としては総合的な判断でサファイア基板を使用する場合が多い。サファイア基板は、窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体の結晶成長温度で安定で、高品質の2または3インチ基板が安定に供給される利点があるが、その一方でGa₂Nとの格子不整合が大きい(約13%)。このため、サファイア基板上に低温成長によりGa₂NやAlNからなるバッファ層を形成し、その上に窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体を成長させている。これによれば、単結晶の窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体を成長させることが可能であるが、その欠陥密度は格子不整合を反映して例えば10⁸~10⁹(cm⁻²)程度もあり、例えば半導体レーザにおいては長時間の信頼性を得ることは困難であった。

【0007】サファイア基板にはこのほかに、(1) 劈開性がないため、鏡面性が高いレーザ端面の安定な形成が困難、(2) サファイアが絶縁性のため基板上面からp側電極およびn側電極の取り出しが必須、(3) 結晶成長膜が厚いと、窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体とサファイアとの熱膨張係数の差により、室温での基板の反りが大きく、素子形成プロセスに支障を来す、などの問題がある。

【0008】サファイア基板のように格子定数の異なる基板上に成長させる半導体結晶の高品質化の目的では、横方向選択成長(Epitaxial Lateral Overgrowth: ELO)を用いる方法がある。ELOでは、周期的に高結晶品質領域(横方向成長領域)と低結晶品質あるいは高欠陥密度領域(種結晶上やその境界、会合部など)とが現

れるが、素子の活性領域(例えば、発光素子では発光領域、電子走行素子では電子が走行する領域)のサイズが大きくない場合、ELOの周期は、半導体レーザのストライプやトランジスタのエミッタ領域/コレクタ領域(またはソース領域/ドレイン領域)間隔より大きくとることができる。例えば、ELOの周期10~20μmに対し、素子の活性領域のサイズは数μm程度であるため、高品質領域内に活性領域を設計することが可能である。

【0009】サファイア基板上にELOを利用して素子を形成する場合には、上述の劈開性の悪さなどサファイア自身の性質に起因する問題以外にも、例えば以下のような問題があった。

(1) ELOに必要な工程数が多いことにより歩留まりが低下する。

(2) ELOに必要な分だけ結晶膜厚が増大することにより、基板に熱応力による大きな反りが発生し、結晶成長工程やウェハプロセスの制御性を低下させる。

(3) 素子サイズの制限がある。LEDやフォトディテクタ(PD)および集積素子など、ELO周期より大きい、例えば数百μm角以上の活性領域を持つ素子では、全素子領域を高結晶品質領域とすることができないため、ELOの効果を発揮できない。

【0010】以上の諸問題は、高品質のGa₂N基板が得られれば解決することが可能であるが、これまでの試みでは、高品質で大口径のGa₂N基板が得られなかった。これは、Ga₂NはHVPE(ハライド気相成長)によっても、一般に高温(高圧)成長による良質な種結晶を得にくい、などの理由で、単結晶成長を安定に行うことができず、高品質基板の製造が困難なことによる。

【0011】特開2001-102307号公報にはこの問題の改善を図ることを目的とした単結晶Ga₂N基板の製造方法が提案されている。これによれば、高欠陥密度のGa₂N種基板を形成後、一部に3次元的なファセットを形成し、ファセットを閉じない条件で成長を続けることで、このコア部に結晶転位を集中させて、結果として広い領域が高品質な基板を製造している。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開2001-102307号公報に開示された技術は、特に貫通転位を成長層のある領域に集中させることにより、他の領域の貫通転位を減少させるものであるため、得られた単結晶Ga₂N基板には低欠陥密度の領域と高欠陥密度の領域とが混在しており、しかも高欠陥密度の領域が発生する位置は制御することができず、ランダムに発生する。このため、この単結晶Ga₂N基板上に窒化物系ⅢⅢⅤ族化合物半導体層を成長させて半導体素子、例えば半導体レーザを製造する場合、高欠陥密度の領域が発光領域に形成されてしまうのを避けることができず、半導体レーザの発光特性や信頼性の低下を招いていた。

【0013】したがって、この発明が解決しようとする課題は、発光特性などの特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体発光素子や特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体素子を容易に製造することができる構造基板の製造方法および構造基板を提供することにある。

【0014】この発明が解決しようとする他の課題は、発光特性などの特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体発光素子およびそのような半導体発光素子を容易に製造することができる半導体発光素子の製造方法を提供することにある。

【0015】この発明が解決しようとする他の課題は、特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体素子およびそのような半導体素子を容易に製造することができる半導体素子の製造方法を提供することにある。

【0016】この発明が解決しようとする他の課題は、特性が良好で信頼性も高く長寿命の各種の素子およびそのような素子を容易に製造することができる素子の製造方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討を行った。その概要について説明すると、次のとおりである。

【0018】本発明者は、特開 2001-102307 号公報に開示された技術の改良を重ねた結果、低欠陥密度領域中に発生する高欠陥密度領域の位置を制御することに成功した。すなわち、高欠陥密度領域を結晶成長中に自然に凝集させて形成するのではなく、人為的に GaAs 基板などの適当な基板上に種結晶等を例えば円形で規則的、例えば周期的に形成し、その上に結晶成長を行うことにより高欠陥密度領域の形成位置を制御することができ、結晶品質の改善や良質の結晶領域を広げることが可能となる。この場合、種結晶等の配置により、高欠陥密度領域の配列パターンを自由自在に変えることができる。

【0019】ここで、種結晶等とは、例えば多結晶、非晶質（アモルファス）または単結晶の GaN や、AlGaInN などの GaN 以外の窒化物系 III-V 族化合物半導体や、窒化物系 III-V 族化合物半導体以外の材料で形成されるが、結晶欠陥集中位置を規定する核（コア）となる構造であればどのような構造であってもよい。

【0020】このような基板を用いて半導体レーザなどの半導体発光素子、より一般的には半導体素子を製造する場合、基板に存在する高欠陥密度領域が素子に及ぼす悪影響を排除する必要がある。すなわち、基板上に半導体層を成長させると、この半導体層に下地基板の高欠陥密度領域から欠陥が伝播するため、この欠陥に起因する素子の特性の劣化や信頼性の低下などを防止する必要がある。そのための手法について種々検討を行った結果、以下の手法が有効であることを見出した。

【0021】すなわち、上記の基板においては、高欠陥密度領域は規則的に配列させることができることから、この配列に応じて素子の活性領域（例えば、発光素子にあっては発光領域）の位置の設計を行うことができる。そして、この設計により、素子の活性領域が高欠陥密度領域の上を通らないようにすることができる。このようにすれば、基板の高欠陥密度領域が素子に悪影響を及ぼさないようにすることができるため、欠陥に起因する素子の特性の劣化や信頼性の低下などを防止することができる。

【0022】上記の手法は、素子に使用する半導体と同質で低欠陥密度の基板を得ることが困難である場合、窒化物系 III-V 族化合物半導体以外の半導体を用いた半導体素子の製造にも有効である。より一般的には、素子に使用する材料と同質で低欠陥密度の基板を得ることが困難である場合、そのような素子の製造に有効である。この発明は、本発明者による以上の検討に基づいてさらに検討を行った結果、案出されたものである。

【0023】すなわち、上記課題を解決するために、この発明の第 1 の発明は、第 1 の平均転位密度を有する結晶からなる第 1 の領域中に第 1 の平均転位密度より高い第 2 の平均転位密度を有する複数の第 2 の領域が規則的に配列している窒化物系 III-V 族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第 2 の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0024】ここで、構造基板には、バルクの窒化物系 III-V 族化合物半導体基板に直接構造を形成したものと、バルクの窒化物系 III-V 族化合物半導体基板上に窒化物系 III-V 族化合物半導体層を成長させ、この窒化物系 III-V 族化合物半導体層に構造を形成したものとを両者を含む。

【0025】構造基板の構造は、第 2 の領域の上を通らないようにその位置および方位を決める。複数の第 2 の領域は、典型的には周期的に配列され、具体的には、例えば、六方格子状、長方形格子状、正方格子状に設けられる。これらの二種類以上の配列パターンが混在していてもよい。さらには、第 2 の領域が周期的な配列で設けられた部分と、第 2 の領域が規則的ではあるが、周期的ではない配列で設けられた部分とが混在していてもよい。

【0026】典型的には、構造基板の構造および複数の第 2 の領域はそれぞれ周期的に配列される。構造基板の構造の周期を w_1 、複数の第 2 の領域の周期を w_2 としたとき、 w_1 、 w_2 の大小関係に応じて、 $w_2 = n \times w_1$ （ただし、 n は自然数）あるいは $w_1 = n \times w_2$ （ただし、 n は自然数）とすることにより、構造基板の面内全体で構造が第 2 の領域の上を通らないようにすることができる。

【0027】構造基板の構造は、この構造基板に半導体素子が作り込まれる場合には、その半導体素子の活性領域である。半導体素子には、発光ダイオードや半導体レーザーのような発光素子のほか、受光素子、さらには高電子移動度トランジスタなどの電界効果トランジスタ（FET）やヘテロ接合バイポーラトランジスタ（HBT）のような電子走行素子が含まれる（以下同様）。ここで、活性領域とは、半導体発光素子においては発光領域、半導体受光素子においては受光領域、電子走行素子においては電子が走行する領域を意味する（以下同様）。構造基板の構造はこのほか、例えば、横方向選択成長に用いられるマスクパターンが基板上に形成されている場合に、このマスクパターンで覆われていない部分である。

【0028】互いに隣接する二つの第2の領域の間隔あるいは第2の領域の配列周期は、素子の大きさなどに応じて選ばれるが、一般的には $20\mu\text{m}$ 以上あるいは $50\mu\text{m}$ 以上あるいは $100\mu\text{m}$ 以上である。この第2の領域の間隔あるいは第2の領域の配列周期の上限は必ずしも明確なものは存在しないが、一般的には $1000\mu\text{m}$ 程度である。この第2の領域は、典型的には、窒化物系III-V族化合物半導体基板を貫通している。また、この第2の領域は、種結晶の形状にもよるが、典型的には不定多角柱状の形状を有する。第1の領域と第2の領域との間には、第1の平均転位密度より高く、かつ第2の平均転位密度より低い第3の平均転位密度を有する第3の領域が遷移領域として存在することも多く、この場合、最も好適には、これらの第2の領域および第3の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成する。

【0029】第2の領域の直径は、典型的には $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、より典型的には $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下である。また、第3の領域が存在する場合、その直径は典型的には第2の領域の直径より $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下より大きく、より典型的には $40\mu\text{m}$ 以上 $160\mu\text{m}$ 以下大きく、最も典型的には $60\mu\text{m}$ 以上 $140\mu\text{m}$ 以下大きい。

【0030】第2の領域の平均転位密度は一般的には第1の領域の転位密度の5倍以上である。典型的には、第1の領域の平均転位密度は $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 以下、第2の領域の平均転位密度は $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 以上である。第3の領域が存在する場合、その平均転位密度は、典型的には $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ より小さく、 $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ より大きい。

【0031】構造基板の構造、例えば半導体素子の活性領域は、平均転位密度が高い第2の領域による悪影響を防止するために、第2の領域から好適には $1\mu\text{m}$ 以上、より好適には $10\mu\text{m}$ 以上、さらに好適には $100\mu\text{m}$ 以上離す。第3の領域が存在する場合、最も好適には、構造基板の構造、例えば半導体素子の活性領域が第2の領域および第3の領域の上を通らないようにする。より

具体的には、例えば半導体レーザーの場合、ストライプ状電極を介して駆動電流が流される領域は第2の領域から好適には $1\mu\text{m}$ 以上、より好適には $10\mu\text{m}$ 以上、さらに好適には $100\mu\text{m}$ 以上離す。第3の領域が存在する場合、最も好適には、ストライプ状電極を介して駆動電流が流される領域が第2の領域および第3の領域の上を通らないようにする。ストライプ状電極、すなわちレーザーストライプの数は一つまたは複数設けてよく、その幅も必要に応じて選ぶことができる。

【0032】必要に応じて、窒化物系III-V族化合物半導体基板に第2の領域の間隔および／または配列が周囲の部分と異なる部分を複数箇所設けてもよい。この場合には、これらの部分をアライメントマークとして用いてマスク合わせを行うことができる。

【0033】窒化物系III-V族化合物半導体基板あるいは窒化物系III-V族化合物半導体層は、最も一般的には $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_z\text{As}_w\text{N}_{1-x-y-z-w}$ 、 P_v （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $0 \leq u \leq 1$ 、 $0 \leq v \leq 1$ 、 $0 \leq x+y+z < 1$ 、 $0 \leq u+v < 1$ ）からなり、より具体的には $\text{Al}_x\text{B}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_z\text{N}$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ 、 $0 \leq x+y+z < 1$ ）からなり、典型的には $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_z\text{N}$ （ただし、 $0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq z \leq 1$ ）からなる。窒化物系III-V族化合物半導体基板は、最も典型的には GaN からなる。この発明の第1の発明に関連して述べた以上のことは、その性質に反しない限り、以下の発明についても成立するものである。

【0034】この発明の第2の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系III-V族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0035】この発明の第3の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系III-V族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0036】この発明の第4の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系III-V族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0037】この発明の第3および第4の発明において、「平均欠陥密度」とは、素子の特性や信頼性などに悪影響を及ぼす格子欠陥全体の平均密度を意味し、欠陥には転位や積層欠陥や点欠陥などあらゆるものが含まれる（以下同様）。

【0038】この発明の第5の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0039】この発明の第6の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0040】この発明の第5および第6の発明において、典型的には、結晶からなる第1の領域は単結晶であり、この第1の領域より結晶性が悪い第2の領域は単結晶、多結晶もしくは非晶質またはこれらの二以上が混在したものである（以下同様）。これは、第2の領域の平均転位密度あるいは平均欠陥密度が第1の領域の平均転位密度あるいは平均欠陥密度より高い場合と対応するものである。

【0041】この発明の第7の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0042】この発明の第8の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0043】この発明の第9の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0044】この発明の第10の発明は、第1の平均欠

陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0045】この発明の第11の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0046】この発明の第12の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0047】この発明の第13の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0048】この発明の第14の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0049】この発明の第15の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0050】この発明の第16の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0051】この発明の第17の発明は、結晶からなる

造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【００５９】この発明の第２５の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【００６０】この発明の第２６の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【００６１】この発明の第２７の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に記第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0062】この発明の第28の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【００６３】この発明の第２の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

40 【0064】この発明の第30の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【００６５】この発明の第３１の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法で

あって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0066】この発明の第32の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0067】この発明の第33の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0068】この発明の第34の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0069】この発明の第35の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0070】この発明の第36の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0071】この発明の第19～第36の発明において、半導体基板あるいは半導体層の材料は、窒化物系 I I - V 族化合物半導体のほか、ウルツ鉱型 (wurtzit) 構造、より一般的には、六方晶系の結晶構造を有する他の半導体、例えば ZnO 、 $\alpha-ZnS$ 、 $\alpha-CdS$ 、 $\alpha-CdSe$ などであってもよく、さらには他の結晶構造を有する各種の半導体であってもよい。

【0072】この発明の第37の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第

2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0073】この発明の第38の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0074】この発明の第39の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0075】この発明の第40の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0076】この発明の第41の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0077】この発明の第42の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0078】この発明の第43の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0079】この発明の第44の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0080】この発明の第45の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域

の上を通らないように素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0081】この発明の第46の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0082】この発明の第47の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0083】この発明の第48の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が規則的に配列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0084】この発明の第43～第48の発明において、素子は、半導体素子（発光素子、受光素子、電子走行素子など）のほか、圧電素子、焦電素子、光学素子（非線形光学結晶を用いる第2次高調波発生素子など）、誘電体素子（強誘電体素子を含む）、超伝導素子などである。この場合、基板あるいは層の材料は、半導体素子では上記のような各種の半導体を用いることができ、圧電素子、焦電素子、光学素子、誘電体素子、超伝導素子などでは例えば酸化物などの各種の材料を用いることができる。酸化物材料については、例えばJournal of the Society of Japan Vol.103, No.11(1995)pp.1099-1111 やMaterials Science and Engineering B41(1996)166-173に開示されたものなど、多くのものがある。

【0085】この発明の第49の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0086】この発明の第50の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成され

ていることを特徴とするものである。

【0087】この発明の第51の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0088】この発明の第52の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0089】この発明の第53の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0090】この発明の第54の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0091】この発明の第55の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0092】この発明の第56の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠーⅤ族化合物半導体基板を用い

た構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0093】この発明の第57の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0094】この発明の第58の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0095】この発明の第59の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0096】この発明の第60の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0097】この発明の第61の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0098】この発明の第62の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように

V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0099】この発明の第63の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0100】この発明の第64の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0101】この発明の第65の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0102】この発明の第66の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0103】この発明の第67の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅠⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように

半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0104】この発明の第68の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0105】この発明の第69の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0106】この発明の第70の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0107】この発明の第71の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0108】この発明の第72の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0109】この発明の第73の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の

上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0110】この発明の第74の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0111】この発明の第75の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0112】この発明の第76の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0113】この発明の第77の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0114】この発明の第78の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している窒化物系ⅢⅠⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0115】この発明の第79の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に

延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0116】この発明の第80の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0117】この発明の第81の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0118】この発明の第82の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0119】この発明の第83の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0120】この発明の第84の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している窒化物系ⅡⅡⅠ-V族化合物半導体基板を用いた半導体素子であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0121】この発明の第85の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、

第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0122】この発明の第86の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0123】この発明の第87の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0124】この発明の第88の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0125】この発明の第89の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0126】この発明の第90の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【0127】この発明の第91の発明は、第1の平均転

半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１３４】この発明の第９８の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【０１３５】この発明の第９９の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１３６】この発明の第１００の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【０１３７】この発明の第１０１の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体発光素子を製造するようにした半導体発光素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域を形成するようにしたこととを特徴とするものである。

【０１３８】この発明の第１０２の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体発光素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体発光素子の発光領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0139】この発明の第103の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状

造方法であって、第2の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１４６】この発明の第１１０の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【０１４７】この発明の第１１１の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１４８】この発明の第１１２の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【０１４９】この発明の第１１３の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いて半導体素子を製造するようにした半導体素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１５０】この発明の第１１４の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している半導体基板を用いた半導体素子であって、第２の領域の上を通らないように半導体素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0151】この発明の第115の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平

【０１５７】この発明の第１２１の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１６３】この発明の第１２７の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特

【0164】この発明の第128の発明は、第1の平均転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第2の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【０１６６】この発明の第１３０の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第２の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【０１６７】この発明の第１３１の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて構造基板を製造するようにした構造基板の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように構造基板の構造を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１６８】この発明の第１３２の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた構造基板であって、第２の領域の上を通らないように構造基板の構造が形成されていることを特徴とするものである。

【０１６９】この発明の第１３３の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

50

【０１７１】この発明の第１３５の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第２の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１７２】この発明の第１３６の発明は、第１の平均欠陥密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均欠陥密度より高い第２の平均欠陥密度を有する複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いた半導体素子であって、第２の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0173】この発明の第137の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い複数の第2の領域が第1の方向に第1の間隔で規則的に配列し、第1の方向と直交する第2の方向に第1の間隔より小さい第2の間隔で規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【０１７４】この発明の第１３８の発明は、結晶からなる第１の領域中にこの第１の領域より結晶性が悪い複数の第２の領域が第１の方向に第１の間隔で規則的に配列し、第１の方向と直交する第２の方向に第１の間隔より小さい第２の間隔で規則的に配列している基板を用いた素子であって、第２の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0175】この発明の第139の発明は、第1の平均
40 転位密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平
均転位密度より高い第2の平均転位密度を有する直線状
に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配
列している基板を用いて素子を製造するようにした素子
の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように
素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とする
ものである。

【０１７６】この発明の第１４０の発明は、第１の平均転位密度を有する結晶からなる第１の領域中に第１の平均転位密度より高い第２の平均転位密度を有する直線状に延在する複数の第２の領域が互いに平行に規則的に配

列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0177】この発明の第141の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0178】この発明の第142の発明は、第1の平均欠陥密度を有する結晶からなる第1の領域中に第1の平均欠陥密度より高い第2の平均欠陥密度を有する直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0179】この発明の第143の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いて素子を製造するようにした素子の製造方法であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域を形成するようにしたことを特徴とするものである。

【0180】この発明の第144の発明は、結晶からなる第1の領域中にこの第1の領域より結晶性が悪い直線状に延在する複数の第2の領域が互いに平行に規則的に配列している基板を用いた素子であって、第2の領域の上を通らないように素子の活性領域が形成されていることを特徴とするものである。

【0181】この発明の第49～第144の発明において、第1の方向の第2の領域の間隔（第1の間隔）あるいは直線状に延在する第2の領域の間隔は、この発明の第1の発明に関連して述べた第2の領域の間隔あるいは第2の領域の配列間隔と同様である。また、第1の方向の第2の領域の間隔（第1の間隔）あるいは直線状に延在する第2の領域の間隔は、典型的には50 μ m以上であることを除いて、この発明の第1の発明に関連して述べた第2の領域の間隔あるいは第2の領域の配列間隔と同様である。この発明の第49～第54、第61～第66、第73～第78、第85～第90、第97～第102、第109～第114、第121～第126、第133～第138の発明において、第2の方向の第2の領域の間隔は、基本的には第1の間隔より小さい範囲で自由に選ぶことができものであり、第2の領域の大きさにもよるが、一般的には10 μ m以上1000 μ m以下、典型的には20 μ m以上200 μ m以下である。さらに、最終的に基板のスクライビングによりチップとなる領域（以下「素子領域」という。）には、典型的には、第2

の方向の第2の領域の列あるいは直線状に延在する第2の領域は実質的に7本以上含まれない。ここで、第2の方向の第2の領域の列あるいは直線状に延在する第2の領域の数の上限を7本としたのは、第2の方向の第2の領域の列あるいは直線状に延在する第2の領域の間隔によっては、素子のチップサイズとの関係で素子領域に7本程度含まれることもあり得ることを考慮したものである。この第2の方向の第2の領域の列あるいは直線状に延在する第2の領域の数は、一般にチップサイズが小さい半導体発光素子では、典型的には3本以下である。

【0182】この発明の第49～第144の発明においては、上記以外のことは、その性質に反しない限り、この発明の第1～第48の発明に関連して述べたことが成立する。

【0183】上述のように構成されたこの発明においては、第1の領域より平均転位密度が高い、あるいは平均欠陥密度が高い、あるいは結晶性が悪い第2の領域の上を通らないように窒化物系III-V族化合物半導体基板、あるいは半導体基板、あるいは基板上に構造、例えば半導体素子では活性領域、半導体発光素子では発光領域を形成するようにしているので、これらの活性領域あるいは発光領域に第2の領域による悪影響が及ぶのを防止することができる。

【0184】また、窒化物系III-V族化合物半導体基板、あるいは半導体基板あるいは基板に第2の領域の間隔および／または配列が周囲の部分と異なる部分を複数箇所設け、これらの部分をアライメントマークとして用いてマスク合わせを行うことにより、マスク合わせを高精度で行うことができる。

【0185】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。図1および図2はこの発明の第1の実施形態において用いるGaN基板1を示し、図1Aは斜視図、図1Bは領域Bの最近接方向の断面図、図2は平面図である。このGaN基板1はn型で（0001）面（C面）方位である。ただし、GaN基板1はR面、A面またはM面方位のものであってもよい。このGaN基板1においては、平均転位密度が低い結晶からなる領域Aの中に平均転位密度が高い結晶からなる領域Bが六方格子状に周期的に配列している。あるいは、領域Bは、最密充填の正三角形の頂点位置に配列していると言い換えることもできる。ここで、領域Bは不定多角柱状の形状を有するのが一般的であるが、図1Aにおいては、簡略化して円柱形状としてある（以下同様）。この場合、最近接の領域B同士を結ぶ直線は、GaNの〈11-20〉方向およびそれと等価な方向と一致し、これと直交する方向はGaNの〈1-100〉方向およびそれと等価な方向と一致している。ただし、最近接の領域B同士を結ぶ直線を、GaNの〈1-100〉方向およびそれと等価な方向と一致し、これと直交

する方向はGaNの〈11-20〉方向およびそれと等価な方向と一致するようにしてもよい。領域BはGaN基板1を貫通している。このGaN基板1の厚さは例えば200~600 μm である。なお、図2の破線は領域Bの相対的な位置関係を示すためのものにすぎず、実在する（物理的な意味のある）線ではない（以下同様）。

【0186】領域Bの配列周期（最近接の領域Bの中心同士の間隔）は例えば400 μm 、その直径は例えば20 μm である。また、領域Aの平均転位密度は例えば $2 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$ 、領域Bの平均転位密度は例えば $1 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ である。領域Bの中心から半径方向の転位密度の分布の一例を図3に示す。このGaN基板1は、結晶成長技術を用いて例えば次のようにして製造することができる。このGaN基板1の製造に用いる基本的な結晶成長メカニズムは、ファセット面からなる斜面を有して成長させ、そのファセット面斜面を維持して成長させることで転位を伝播させ、所定の位置に集合させるものである。このファセット面により成長した領域は、転位の移動により、低密度の欠陥領域となる。そのファセット面斜面下部には、明確な境界を持った高密度の欠陥領域を有して成長が行われ、転位は、高密度の欠陥領域の境界あるいはその内部に集合し、ここで消滅あるいは蓄積する。この高密度の欠陥領域の形状によって、ファセット面の形状も異なる。欠陥領域がドット状の場合は、そのドットを底として、ファセット面が取り巻き、ファセット面からなるピットを形成する。また、欠陥領域がストライプ状の場合は、ストライプを谷底として、その両側にファセット面斜面を有し、横に倒した三角形のプリズム状のファセット面となる。その後、成長層の表面に研削、研磨を施すことにより、表面を平坦化し、基板として使用することができる形態とすることができる。また、上記の高密度の欠陥領域は、いくつかの状態があり得る。例えば、多結晶からなる場合がある。また、単結晶であるが、周りの低密度欠陥領域に対して微傾斜している場合もある。また、周りの低密度欠陥領域に対して、C軸が反転している場合もある。こうして、この高密度欠陥領域は、明確な境界を有しており、周りとは区別される。この高密度欠陥領域を有して成長させることにより、その周りのファセット面を埋め込むことなく、ファセット面を維持して成長を進行することができる。この高密度欠陥領域は、下地基板上にGaNを結晶成長させる際に、高密度欠陥領域を形成する場所に、種をあらかじめ形成しておくことにより、発生させることができる。その種としては、非晶質あるいは多結晶の層を形成する。その上から、GaNを成長させることで、ちょうどその種の領域に、高密度欠陥領域を形成することができる。このGaN基板1の具体的な製造方法は次のとおりである。まず、下地基板を用意する。この下地基板としては種々の基板を用いることができ、一般的なサファイア基板でもよいが、後工程で除去することを考慮する

と、除去しやすいGaN基板などを用いることが好ましい。そして、この下地基板上に、例えばSiO₂膜からなる種を形成する。この種の形状は、例えばドット状またはストライプ状とすることができる。この種は規則正しく、多数個形成することができる。より具体的には、この場合、種は、図2に示す領域Bの配置に対応した配置で形成する。その後、例えばハイドライド気相エピタキシー（HVPE）により、GaNを厚膜成長させる。成長後、GaNの厚膜層の表面には、種のパターン形状に応じたファセット面が形成される。この第1の実施形態のように種がドット状のパターンの場合は、ファセット面からなるピットが規則正しく形成される。一方、種がストライプ状のパターンの場合は、プリズム状のファセット面が形成される。その後、下地基板を除去し、さらにGaNの厚膜層を研削加工、研磨加工し、表面を平坦化する。これによって、GaN基板1を製造することができる。ここで、GaN基板1の厚さは、自由に設定することができる。このようにして製造されたGaN基板1は、C面が主面であり、その中に、所定のサイズのドット状（あるいはストライプ状）の高密度欠陥領域、すなわち領域Bが規則正しく形成された基板となっている。領域B以外の単結晶領域、すなわち領域Aは、領域Bに比べて低転位密度となっている。

【0187】図4に示すように、最近接の領域B同士の間隔を2a、領域Bの直径をA₀とする。図5はこのGaN基板1を用いた構造基板の一例を示し、GaN基板1の主面に〈1-100〉方向に延在する幅wのリッジRが間隔bで形成されたものである。この構造は、GaN基板1の主面を選択的にエッチングすることにより形成することができる。ここで、このリッジRは、バルク基板としてのGaN基板1そのものに形成されたものであっても、GaN基板1上に成長させたGaN系半導体層に形成されたものであってもよい。前者の場合には、例えばリッジR上を素子領域として用いることができる。すなわち、リッジR上に素子構造、例えばレーザ構造を形成するGaN系半導体層を成長させてレーザ素子を形成する。後者の場合には、例えば、GaN基板1上にレーザ構造を形成するGaN系半導体層を成長させ、その最上層にレーザストライプ部となるリッジRを形成する。これについては、後に具体例で詳述する。なお、図5に示す例ではリッジRの断面形状は長方形であるが、これに限定されるものではなく、他の形状（例えば、三角形）であってもよい。

【0188】まず、リッジRの延在方向と領域Bの特定の配列方向とをいづれも〈1-100〉方向とし、この方向にリッジRを周期的に形成することで、領域BとリッジRとの相対位置を基板面内で一様に設定することができる。

【0189】さらにここで、 $b \geq a$ の場合、 $b = na$ （ただし、nは自然数）であれば、〈11-20〉方向

にも周期性が得られるので、領域BとリッジRとが基板面内どこでも同じ位置関係に設定することができる。例えば、リッジRの上部に素子を形成する場合、領域Bを避けた領域Aの位置にリッジRを形成することで、信頼性の高い素子を形成することができる。また、リッジRの底部に素子を形成する場合には、この素子の活性領域を結晶品質の高い領域Aに位置させることができる。

【0190】次に、 $b \leq a$ の場合、 $a = nb$ （ただし、 n は自然数）であれば、やはり〈11-20〉方向にも周期性が得られる。単純な理論では、領域Bの直径 A_b が、リッジRの幅 w に対し、 $A_b < a - w$ であるならば、基板全面にわたり、リッジRを領域Bの直上を通過しないで形成することができる。

【0191】または、仮に基板全面にわたり領域AにリッジRを形成することができない場合でも、上記の関係（ $a = nb$ ）、特に n が2や3と小さい場合には、任意の配置あるいは a と b との関係に比較して良好な素子を周期的に多く形成することができる。

【0192】以上のGaN基板1においては、領域Aの中に領域Bが周期的に配列している場合について説明したが、図6に示すように、領域Aと領域Bとの間にそれらの中間的な平均転位密度（例えば、 $1 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ 程度）を有する領域Cが存在することも多い。この場合には、上記と同様にリッジRが領域Bの上を通らないようにするが、領域Bおよび領域Cの上を通らないようにリッジRを形成するのが、良好な素子を形成する上で最も望ましい。領域Cが大きく、基板全面にわたり領域A上にリッジRを形成することができない場合でも、上記の関係（ $a = nb$ ）、特に n が2や3と小さい場合には、任意の配置あるいは a と b との関係に比較して良好な素子を周期的に多く形成することができる。

【0193】この第1の実施形態をGaN系半導体レーザに適用した具体例を挙げると、次のとおりである。ここでは、リッジ構造およびSCH（Separate Confinement Heterostructure）構造を有するGaN系半導体レーザについて説明する。

【0194】すなわち、図7に示すように、まず、GaN基板1の表面をサーマルクリーニングなどにより清浄化した後、その上にMOCVD法により、n型GaNバッファ層5、n型AlGaNクラッド層6、n型GaN光導波層7、アンドープの $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ / $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 多重量子井戸構造の活性層8、アンドープInGaN劣化防止層9、p型AlGaNキャップ層10、p型GaN光導波層11、p型AlGaNクラッド層12およびp型GaNコンタクト層13を順次エピタキシャル成長させる。

【0195】ここで、n型GaNバッファ層5は厚さが例えば $0.05 \mu\text{m}$ であり、n型不純物として例えばSiがドーピングされている。n型AlGaNクラッド層6は厚さが例えば $1.0 \mu\text{m}$ であり、n型不純物として例え

ばSiがドーピングされ、Al組成は例えば0.08である。n型GaN光導波層7は厚さが例えば $0.1 \mu\text{m}$ であり、n型不純物として例えばSiがドーピングされている。アンドープ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ / $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 多重量子井戸構造の活性層8は、例えば、井戸層としての $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 層の厚さが 3.5 nm で $x = 0.14$ 、障壁層としての $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 層の厚さが 7 nm で $y = 0.02$ 、井戸数が3である。

【0196】アンドープInGaN劣化防止層9は、活性層8に接している面から、p型AlGaNキャップ層9に接している面に向かってIn組成が徐々に単調減少するグレーディッド構造を有し、活性層8に接している面におけるIn組成は活性層8の障壁層としての $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ 層のIn組成 y と一致しており、p型AlGaNキャップ層10に接している面におけるIn組成は0となっている。このアンドープInGaN劣化防止層9の厚さは例えば 20 nm である。

【0197】p型AlGaNキャップ層10は厚さが例えば 10 nm であり、p型不純物として例えばマグネシウム（Mg）がドーピングされている。このp型AlGaNキャップ層10のAl組成は例えば0.2である。このp型AlGaNキャップ層10は、p型GaN光導波層11、p型AlGaNクラッド層12およびp型GaNコンタクト層13の成長時に活性層8からInが脱離して劣化するのを防止するとともに、活性層8からのキャリア（電子）のオーバーフローを防止するためのものである。p型GaN光導波層11は厚さが例えば $0.1 \mu\text{m}$ であり、p型不純物として例えばMgがドーピングされている。p型AlGaNクラッド層12は厚さが例えば $0.5 \mu\text{m}$ であり、p型不純物として例えばMgがドーピングされ、Al組成は例えば0.08である。p型GaNコンタクト層13は厚さが例えば $0.1 \mu\text{m}$ であり、p型不純物として例えばMgがドーピングされている。

【0198】また、Inを含まない層であるn型GaNバッファ層5、n型AlGaNクラッド層6、n型GaN光導波層7、p型AlGaNキャップ層10、p型GaN光導波層11、p型AlGaNクラッド層12およびp型GaNコンタクト層13の成長温度は例えば 1000°C 程度とし、Inを含む層である $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ / $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 多重量子井戸構造の活性層8の成長温度は例えば $700 \sim 800^\circ\text{C}$ 、例えば 730°C とする。アンドープInGaN劣化防止層9の成長温度は、成長開始時点は活性層8の成長温度と同じく例えば 730°C に設定し、その後例えば直線的に上昇させ、成長終了時点でp型AlGaNキャップ層10の成長温度と同じく例えば 835°C になるようにする。

【0199】これらのGaN系半導体層の成長原料は、例えば、Gaの原料としてはトリメチルガリウム（ C_2H_5 ）、Ga、TMG）、Alの原料としてはトリメチルアルミニウム（ C_2H_5 ）、Al、TMA）、Inの

原料としてはトリメチルインジウム ($(\text{CH}_3)_3\text{In}$, TMI) を、Nの原料としては NH_3 を用いる。また、キャリアガスとしては、例えば、 H_2 を用いる。ドーパントについては、n型ドーパントとしては例えばモノシラン (SiH_4) を、p型ドーパントとしては例えばビス=メチルシクロペンタジエニルマグネシウム ($(\text{CH}_3\text{C}_5\text{H}_4)_2\text{Mg}$) あるいはビス=シクロペンタジエニルマグネシウム ($(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Mg}$) を用いる。

【0200】次に、上述のようにしてGaN系半導体層 10 を成長させたGaN基板1をMOCVD装置から取り出す。そして、p型GaNコンタクト層13の全面に例えばCVD法、真空蒸着法、スパッタリング法などにより例えば厚さが $0.1\mu\text{m}$ の SiO_2 膜(図示せず)を形成した後、この SiO_2 膜上にリソグラフィによりリッジ部の形状に対応した所定形状のレジストパターン(図示せず)を形成し、このレジストパターンをマスクとして、例えばフッ酸系のエッチング液を用いたウェットエッチング、または、 CF_4 や CHF_3 などのフッ素を含むエッチングガスを用いたRIE法により SiO_2 20 膜をエッチングし、リッジ部に対応する形状とする。

【0201】次に、この SiO_2 膜をマスクとしてRIE法によりp型AlGaNクラッド層12の厚さ方向の所定の深さまでエッチングを行うことにより、図8に示すように、 $\langle 1-100 \rangle$ 方向に延在するリッジ14を形成する。このリッジ14の幅は例えば $3\mu\text{m}$ である。このRIEのエッチングガスとしては例えば塩素系ガスをを用いる。

【0202】次に、エッチングマスクとして用いた SiO_2 膜をエッチング除去した後、基板全面に例えばCV 30 D法、真空蒸着法、スパッタリング法などにより例えば厚さが $0.3\mu\text{m}$ の SiO_2 膜のような絶縁膜15を成膜する。この絶縁膜15は電気絶縁および表面保護のためのものである。

【0203】次に、リソグラフィによりp側電極形成領域を除いた領域の絶縁膜15の表面を覆うレジストパターン(図示せず)を形成する。次に、このレジストパターンをマスクとして絶縁膜15をエッチングすることにより、開口15aを形成する。

【0204】次に、レジストパターンを残したままの状態 40 で、基板全面に例えば真空蒸着法により例えばPd膜、Pt膜およびAu膜を順次形成した後、レジストパターンをその上に形成されたPd膜、Pt膜およびAu膜とともに除去する(リフトオフ)。これによって、絶縁膜15の開口15aを通じてp型GaNコンタクト層13にコンタクトしたp側電極16が形成される。ここで、このp側電極16を構成するPd膜、Pt膜およびAu膜の厚さは例えばそれぞれ 10nm 、 100nm および 300nm とする。次に、p側電極16をオーミック接触させるためのアロイ処理を行う。

【0205】次に、GaN基板1の裏面に例えば真空蒸着法により例えばTi膜、Pt膜およびAu膜を順次形成し、Ti/Pt/Au構造のn側電極17を形成する。ここで、このn側電極17を構成するTi膜、Pt膜およびAu膜の厚さは例えばそれぞれ 10nm 、 50nm および 100nm とする。次に、n側電極17をオーミック接触させるためのアロイ処理を行う。

【0206】次に、図9に示すように、素子領域2(太い実線で囲まれた一区画)の輪郭線に沿って、上述のようにしてレーザ構造が形成されたGaN基板1のスクライピングを劈開により行ってレーザバー4に加工して両共振器端面を形成する。次に、これらの共振器端面に端面コーティングを施した後、再びこのレーザバー4のスクライピングを劈開などにより行ってチップ化する。

【0207】図9においては、グレーの長方形が一つのGaN系半導体レーザを表し、その中央付近に描かれた直線がリッジ14、すなわちレーザストライプ3であり、これが発光領域の位置に相当する。さらに、それらが連なった破線で描かれた長方形がレーザバー4を表して、このレーザバー4の長辺が共振器端面に相当する。

【0208】図9に示す例においては、GaN系半導体レーザのサイズが例えば $600\mu\text{m} \times 346\mu\text{m}$ であり、横方向(長辺方向)は領域Bを結ぶ直線に沿って、縦方向(短辺方向)は領域Bを通らない直線に沿って、それぞれ基板のスクライピングを行うことによってそのサイズのGaN系半導体レーザに分離する。

【0209】この場合、領域Bは各GaN系半導体レーザの長辺の端面部分にのみ存在することになるので、レーザストライプ3が短辺の midpoint を結ぶ直線の近傍に位置するように素子の設計を行うことにより、領域Bの影響が発光領域に及ぶことを避けることができる。共振器のミラーについては、図9中の縦方向の直線に沿って、劈開などにより基板のスクライピングを行うことにより端面に形成されるが、その直線が領域Bを通らないので、領域Bにおける転位の影響を受けることはない。したがって、発光特性が良く、信頼性が高いGaN系半導体レーザを得ることができる。以上により、図10に示すように、目的とするリッジ構造およびSCH構造を有するGaN系半導体レーザが製造される。

【0210】以上のように、この第1の実施形態によれば、平均転位密度が低い領域Aの中に平均転位密度が高い領域Bが六方格子状に周期的に配列しているGaN基板1上にレーザ構造を形成するGaN系半導体層を成長させ、領域Bの上を通らない位置におけるp型GaNコンタクト層13およびp型AlGaNクラッド層12にリッジ14を形成しているため、GaN系半導体レーザの発光領域に領域Bによる悪影響が及ばないようにすることができる。このため、発光特性が良好で、信頼性が高く長寿命のGaN系半導体レーザを実現することがで 50

きる。

【0211】加えて、この第1の実施形態によれば、活性層8に接してアンドープInGa_N劣化防止層9が設けられ、このアンドープInGa_N劣化防止層9に接してp型AlGa_Nキャップ層10が設けられているので、アンドープInGa_N劣化防止層9により、p型AlGa_Nキャップ層10により活性層8に発生する応力を大幅に緩和することができるとともに、p型層のp型ドーパントとして用いられるMgが活性層7に拡散するのを有効に抑制することができる。

【0212】次に、この発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態においては、それ自身に凹凸が形成された構造基板について説明したが、構造基板は、絶縁膜などからなるパターンにより基板表面が部分的に覆われたようなものであってもよい。そこで、この第2の実施形態においては、そのような例としてELOにおける成長マスク、すなわちELOパターンがGa_N基板1上に形成されている構造基板について説明する。

【0213】図11にこの構造基板の三つの例を示す。図11Aに示す例では、Ga_N基板1の主面上に、領域Bを覆うように、例えばSiO₂膜などの絶縁膜18からなるELOパターンが〈1-100〉方向に延在するストライプ形状に形成されている。そして、この絶縁膜18をマスクとしてGa_N基板1の上部が所定深さまでエッチングされている。この場合、第1の実施形態と同様に、領域Bの配列方向とELOパターンの延在方向とを一致させ、かつ $a=n b$ が成立するようにする。図11Bに示す例では、Ga_N基板1の上部が〈1-100〉方向に延在するストライプ形状に形成されており、このストライプ部を除いた部分におけるGa_N基板1上に、領域Bを覆うように、例えばSiO₂膜などの絶縁膜18が形成されている。この場合、第1の実施形態と同様に、領域Bの配列方向とELOパターンの延在方向とを一致させ、かつ $a=n b$ が成立するようにする。図11Cに示す例では、Ga_N基板1の主面上に、〈1-100〉方向に延在するストライプ形状の開口を有するSiO₂膜などの絶縁膜18が、領域Bを覆うように形成されている。この場合、第1の実施形態と同様に、領域Bの配列方向とELOパターンの延在方向とを一致させ、かつ $a=n b$ が成立するようにする。

【0214】これらの図11A、図11Bおよび図11Cに示す例では、領域Bの直径 A_1 とELOパターンの幅 A_2 との関係が $A_1 \geq A_2$ ならば、基板全面にわたり絶縁膜18の下に領域Bを配置することが可能になる。そして、この構造基板上にELOによりGa_N系半導体層を横方向成長させた場合には、ELOの原理どおりこの絶縁膜18で覆われた部分では、領域Bの結晶欠陥が成長層に伝播しないため、基板全面に良質のGa_N系半導体層を成長させることができる。

【0215】なお、 $A_1 \leq A_2$ の場合には、絶縁膜18

により領域Bの全面を覆うことはできないが、この場合でも、Ga_N基板1上の任意の位置に絶縁膜18を形成する場合に比較すると、成長層の結晶品質を向上させることができることは言うまでもない。

【0216】また、ELOパターンの周期は一般的に $b \approx$ 数 $\sim 20 \mu\text{m}$ 、領域Bの周期は一般的に $2a \approx 100 \sim 1000 \mu\text{m}$ であり、これらの大小関係から、 $b=n a$ の場合は示していないが、仮にこれらに相当するELOパターンがあれば、当然これらも含まれる。

【0217】この構造基板を用いて第1の実施形態と同様なGa_N系半導体レーザを製造する場合には、例えば、図11A、図11Bおよび図11Cに示すいずれかの構造基板上にまず、ELOによりn型Ga_N層を十分な厚さに成長させた後、このn型Ga_N層上にレーザ構造を形成するGa_N系半導体層を成長させる。上記以外のは第1の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第2の実施形態によっても、第1の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0218】次に、この発明の第3の実施形態について説明する。第1および第2の実施形態においては、Ga_N基板1の領域Bは基板全面にわたり、最密充填の正三角形頂点位置に配列している。

【0219】ところで、構造基板の製造時や素子形成時には、領域Bの配置に方位を合わせてパターンニングを行う必要がある。このパターンニングのプロセスには、レジストの露光工程が含まれるが、この露光時にはマスク合わせのためにアライメントマークが必要である。そこで、この第3の実施形態においては、このアライメントマークの形成およびアライメントの方法について説明する。

【0220】すなわち、Ga_N基板1は透明であるため、領域Bはその起源となる種結晶とバルク成長層との境界が光学顕微鏡観察などでGa_N基板1を通して目視可能であることにより、領域Bの配置を外部から検出することができる。したがって、この領域Bを用いれば、アライメントを行うことが可能である。

【0221】ところが、領域Bが基板全面にわたって周期的に形成されていると、どの二つの領域Bをもってそれらを結ぶ直線が求める方位であるかを間違えやすく、例えば一列ずらしてしまうこともありうる。そこで、この第3の実施形態においては、図12に示すように、領域BをGa_N基板1の全面にわたって周期的に配列するのではなく、例えば、特定の列だけある長さにより領域Bの間隔を半分（領域Bの密度としては2倍）にし、この部分を方位を示すアライメントマーク19とする。図12においては、図2に示す例に比べて付加された領域Bに矢印を付した。

【0222】なお、Ga_N基板1を種結晶からの成長により得る上では、領域Bの間隔が広すぎると成長層同士が良好に合体しないなどの問題が起こりうるが、図12

に示すように特定の列の領域Bの間隔を狭くする場合に
は一般に問題は生じない。

【0223】図12に示すようなアライメントマーク19を
図13に示すように、GaN基板1上に複数箇所、
例えば5箇所形成する。構造基板の製造時や素子形成
時のパターンニングプロセスにおけるレジストの露光工
程では、これらのアライメントマーク19を用いてマスク
合わせを精度良く行うことができる。

【0224】なお、上記のアライメントマーク19は、
方位合わせのみならず、基板内の座標の規定などにも用
いることができることは言うまでもない。

【0225】上記以外のことは第1の実施形態と同様で
あるので、説明を省略する。この第3の実施形態によ
れば、第1の実施形態と同様な利点に加えて、構造基板製
造時およびその後の素子形成時に行う露光工程において
マスク合わせを高精度で行うことができ、GaN系半導
体レーザの製造歩留まりの向上を図ることができるとい
う利点も得ることができる。

【0226】次に、この発明の第4の実施形態について
説明する。図14はこの第4の実施形態において用いる
GaN基板を示す平面図である。図14に示すように、
この第4の実施形態においては、領域Bがレーザスト
ライプ3に含まれないように素子領域2が画定される。こ
こで、レーザストライプ3は領域Bから50 μ m以上離
れている。この場合、素子領域2には2個の領域Bが含
まれることになる。上記以外のことは第1の実施形態と
同様であるので、説明を省略する。この第4の実施形態
によれば、第1の実施形態と同様な利点を得ることがで
きる。

【0227】次に、この発明の第5の実施形態について
説明する。図15はこの第5の実施形態において用いる
GaN基板を示す平面図である。このGaN基板1はn
型でC面方位である。ただし、GaN基板1はR面、A
面またはM面方位のものであってもよい。このGaN基
板1においては、平均転位密度が低い結晶からなる領域
Aの中に平均転位密度が高い結晶からなる領域BがGa
Nの〈11-20〉方向に例えば400 μ m間隔で周期的
に配列し、〈11-20〉方向と直交する〈1-10
0〉方向に例えば20~100 μ m間隔で周期的に配列
している。ただし、〈11-20〉方向と〈1-10
0〉方向とを入れ替えてもよい。

【0228】この第5の実施形態においては、図16に
示すように、レーザストライプ3に平行な一対の端面が
〈1-100〉方向の領域Bの列を通り、かつ、レーザ
ストライプ3がこの領域Bの列の間の領域の中央付近に
位置するように素子領域2が画定される。この場合、素
子領域2には領域Bの列は実質的に含まれない。上記以
外のことは第1の実施形態と同様であるので、説明を省
略する。この第5の実施形態によれば、第1の実施形態
と同様な利点を得ることができる。

【0229】次に、この発明の第6の実施形態について
説明する。図17に示すように、この第6の実施形態に
おいては、第5の実施形態と同様なGaN基板1を用い
るが、レーザストライプ3に平行な一つの端面が〈1-
100〉方向の領域Bの列を通り、他方の端面がこの領
域Bの列から離れた位置を通る点で、第23の実施形態
と異なる。この場合、素子領域2には領域Bの列は実質
的に含まれない。上記以外のことは第18および第1の
実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第6
の実施形態によれば、第1の実施形態と同様な利点を得
ることができる。

【0230】次に、この発明の第7の実施形態について
説明する。図18に示すように、この第7の実施形態に
おいては、第5の実施形態と同様なGaN基板1を用い
るが、レーザストライプ3に平行な一対の端面がいづれ
も〈1-100〉方向の領域Bの列の間に位置し、かつ、
レーザストライプ3がこの領域Bの列の間の領域の
中央付近に位置するように素子領域2が画定される点
で、第5の実施形態と異なる。この場合、素子領域2に
は領域Bの列は実質的に含まれない。上記以外のことは
第5および第1の実施形態と同様であるので、説明を省
略する。この第7の実施形態によれば、第1の実施形態
と同様な利点を得ることができる。

【0231】次に、この発明の第8の実施形態について
説明する。図19に示すように、この第8の実施形態に
おいては、第5の実施形態と同様なGaN基板1を用い
るが、レーザストライプ3に平行な一つの端面が〈1-
100〉方向の領域Bの列を通り、他方の端面がこの領
域Bの列に直ぐ隣接する領域Bの列とその次の領域Bの
列との間に位置し、かつ、レーザストライプ3が領域B
の列から50 μ m以上離れた位置を通る点で、第5の実
施形態と異なる。この場合、素子領域2には領域Bの列
は1本含まれる。上記以外のことは第5および第1の実
施形態と同様であるので、説明を省略する。この第8の
実施形態によれば、第1の実施形態と同様な利点を得る
ことができる。

【0232】次に、この発明の第9の実施形態について
説明する。図20に示すように、この第9の実施形態に
おいては、第5の実施形態と同様なGaN基板1を用い
るが、レーザストライプ3に平行な一つの端面が〈1-
100〉方向の領域Bの列から離れた位置を通り、他方
の端面がこの領域Bの列に直ぐ隣接する領域Bの列とそ
の次の領域Bの列との間に位置し、かつ、レーザスト
ライプ3が領域Bの列から50 μ m以上離れた位置を通
る点で、第5の実施形態と異なる。この場合、素子領域2
には領域Bの列は1本含まれる。上記以外のことは第5
および第1の実施形態と同様であるので、説明を省略す
る。この第9の実施形態によれば、第1の実施形態と同
様な利点を得ることができる。

【0233】次に、この発明の第10の実施形態につい

て説明する。図 21 はこの第 10 の実施形態において用いる GaN 基板 1 を示す平面図である。この GaN 基板 1 は、領域 B が GaN の $\langle 11-20 \rangle$ 方向に例えば $200 \mu\text{m}$ 間隔で周期的に配列していることを除いて、第 5 の実施形態において用いた GaN 基板 1 と同様である。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は 2 本含まれる。

【0234】図 21 に示すように、この第 10 の実施形態においては、レーザストライプ 3 が隣接する領域 B の列の間の領域の中央付近に位置し、かつ、レーザストライプ 3 に平行な一対の端面がこれらの領域 B の列とそれらの直ぐ外側の領域 B の列との間の領域の中央付近に位置する。上記以外のことは第 5 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 10 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0235】次に、この発明の第 11 の実施形態について説明する。図 22 はこの第 11 の実施形態において用いる GaN 基板を示す平面図である。この GaN 基板 1 は n 型で C 面方位である。ただし、GaN 基板 1 は R 面、A 面または M 面方位のものであってもよい。この GaN 基板 1 においては、平均転位密度が低い結晶からなる領域 A の中に、平均転位密度が高い結晶からなり、GaN の $\langle 1-100 \rangle$ 方向に線状に延在する領域 B が $\langle 11-20 \rangle$ 方向と直交する $\langle 11-20 \rangle$ 方向に例えば $400 \mu\text{m}$ 間隔で周期的に配列している。ただし、 $\langle 1-100 \rangle$ 方向と $\langle 11-20 \rangle$ 方向とを入れ替えてもよい。

【0236】この第 11 の実施形態においては、図 23 に示すように、レーザストライプ 3 に平行な一対の端面が領域 B を通り、かつ、レーザストライプ 3 がこの領域 B の間の領域の中央付近に位置するように素子領域 2 が画定される。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は実質的に含まれない。上記以外のことは第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 11 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0237】次に、この発明の第 12 の実施形態について説明する。図 24 に示すように、この第 12 の実施形態においては、第 11 の実施形態と同様な GaN 基板 1 を用いるが、レーザストライプ 3 に平行な一つの端面が領域 B を通り、他方の端面がこの領域 B の列から離れた位置を通る点で、第 11 の実施形態と異なる。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は実質的に含まれない。上記以外のことは第 11 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 12 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0238】次に、この発明の第 13 の実施形態について説明する。図 25 に示すように、この第 13 の実施形

態においては、第 11 の実施形態と同様な GaN 基板 1 を用いるが、レーザストライプ 3 に平行な一対の端面がいずれも領域 B の間に位置し、かつ、レーザストライプ 3 がこの領域 B の間の領域の中央付近に位置するように素子領域 2 が画定される点で、第 11 の実施形態と異なる。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は実質的に含まれない。上記以外のことは第 11 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 13 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0239】次に、この発明の第 14 の実施形態について説明する。図 26 に示すように、この第 14 の実施形態においては、第 11 の実施形態と同様な GaN 基板 1 を用いるが、レーザストライプ 3 に平行な一つの端面が領域 B を通り、他方の端面がこの領域 B の列に直ぐ隣接する領域 B とその次の領域 B との間に位置し、かつ、レーザストライプ 3 が領域 B から $50 \mu\text{m}$ 以上離れた位置を通る点で、第 11 の実施形態と異なる。この場合、素子領域 2 には領域 B は 1 本含まれる。上記以外のことは第 11 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 14 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0240】次に、この発明の第 15 の実施形態について説明する。図 27 に示すように、この第 15 の実施形態においては、第 11 の実施形態と同様な GaN 基板 1 を用いるが、レーザストライプ 3 に平行な一つの端面が領域 B から離れた位置を通り、他方の端面がこの領域 B に直ぐ隣接する領域 B とその次の領域 B との間に位置し、かつ、レーザストライプ 3 が領域 B から $50 \mu\text{m}$ 以上離れた位置を通る点で、第 11 の実施形態と異なる。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は 1 本含まれる。上記以外のことは第 11 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 15 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0241】次に、この発明の第 16 の実施形態について説明する。図 28 はこの第 16 の実施形態において用いる GaN 基板 1 を示す平面図である。この GaN 基板 1 は、領域 B が GaN の $\langle 11-20 \rangle$ 方向に例えば $200 \mu\text{m}$ 間隔で周期的に配列していることを除いて、第 11 の実施形態において用いた GaN 基板 1 と同様である。この場合、素子領域 2 には領域 B の列は 2 本含まれる。

【0242】図 28 に示すように、この第 16 の実施形態においては、レーザストライプ 3 が隣接する領域 B の間の領域の中央付近に位置し、かつ、レーザストライプ 3 に平行な一対の端面がこれらの領域 B とそれらの直ぐ外側の領域 B との間の領域の中央付近に位置する。上記以外のことは第 11 および第 1 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。この第 16 の実施形態によれば、第 1 の実施形態と同様な利点を得ることができる。

ば、第1の実施形態と同様な利点を得ることができる。

【0243】以上、この発明の実施形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

【0244】例えば、上述の実施形態において挙げた数値、構造、基板、結晶方位、原料、プロセスなどはあくまでも例に過ぎず、必要に応じて、これらと異なる数値、構造、基板、結晶方位、原料、プロセスなどを用いてもよい。

【0245】具体的には、例えば、上述の実施形態においては、この発明をSCH構造のGaN系半導体レーザの製造に適用した場合について説明したが、この発明は、例えば、DH (Double Heterostructure) 構造のGaN系半導体レーザの製造に適用してもよいことはもちろん、GaN系発光ダイオードの製造に適用してもよく、さらにはGaN系FETやGaN系ヘテロ接合バイポーラトランジスタ (HBT) などの窒化物系III-V族化合物半導体を用いた電子走行素子に適用してもよい。

【0246】さらに、上述の実施形態においては、MOCVD法により成長を行う際のキャリアガスとしてH₂ガスをを用いているが、必要に応じて、他のキャリアガス、例えばH₂とN₂あるいはHe、Arガスなどの混合ガスをを用いてもよい。また、上述の実施形態においては、劈開により共振器端面を形成しているが、共振器端面は例えばRIEのようなドライエッチングにより形成してもよい。

【0247】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、第1の領域より転位密度が高い、あるいは平均欠陥密度が高い、あるいは結晶性が悪い第2の領域の上を通らないように窒化物系III-V族化合物半導体基板、あるいは半導体基板、あるいは基板上に構造、例えば半導体素子では活性領域、半導体発光素子では発光領域を形成するようにしているので、これらの活性領域あるいは発光領域に第2の領域による悪影響が及ぶのを防止することができる。このため、発光特性などの特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体発光素子あるいは特性が良好で信頼性も高く長寿命の半導体素子あるいは特性が良好で信頼性も高く長寿命の各種の素子を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態において用いるGaN基板を示す斜視図および断面図である。

【図2】この発明の第1の実施形態において用いるGaN基板を示す平面図である。

【図3】この発明の第1の実施形態において用いるGaN基板の領域Bの近傍における転位密度の分布の一例を示す略線図である。

【図4】この発明の第1の実施形態において用いるGaN基板を示す略線図である。

【図5】この発明の第1の実施形態において用いる構造基板を示す断面図である。

【図6】この発明の第1の実施形態において用いるGaN基板の他の例を示す平面図である。

【図7】この発明の第1の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図8】この発明の第1の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図9】この発明の第1の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図10】この発明の第1の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための断面図である。

【図11】この発明の第2の実施形態において用いる構造基板を示す断面図である。

【図12】この発明の第3の実施形態において用いるGaN基板を示す平面図である。

【図13】この発明の第3の実施形態において用いるGaN基板を示す平面図である。

【図14】この発明の第4の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図15】この発明の第4の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図16】この発明の第5の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図17】この発明の第6の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図18】この発明の第7の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図19】この発明の第8の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図20】この発明の第9の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図21】この発明の第10の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図22】この発明の第11の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図23】この発明の第11の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図24】この発明の第12の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図25】この発明の第13の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図26】この発明の第14の実施形態によるGaN系

半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

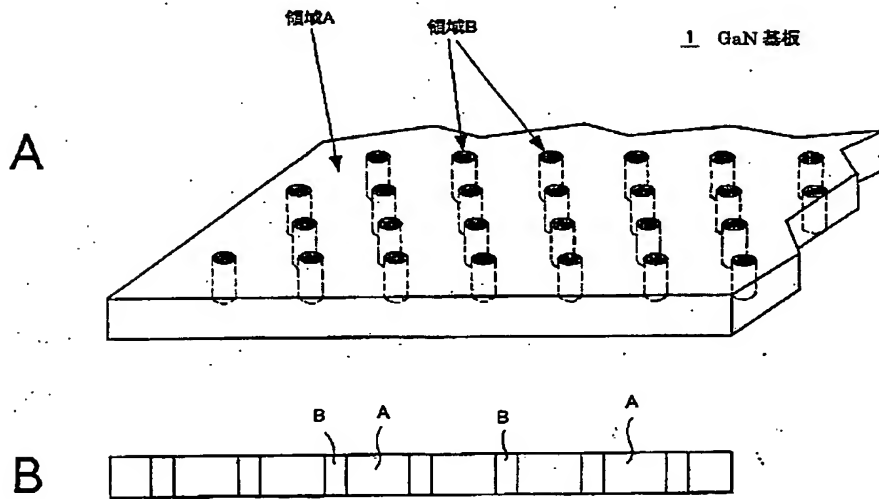
【図27】この発明の第15の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

【図28】この発明の第16の実施形態によるGaN系半導体レーザの製造方法を説明するための平面図である。

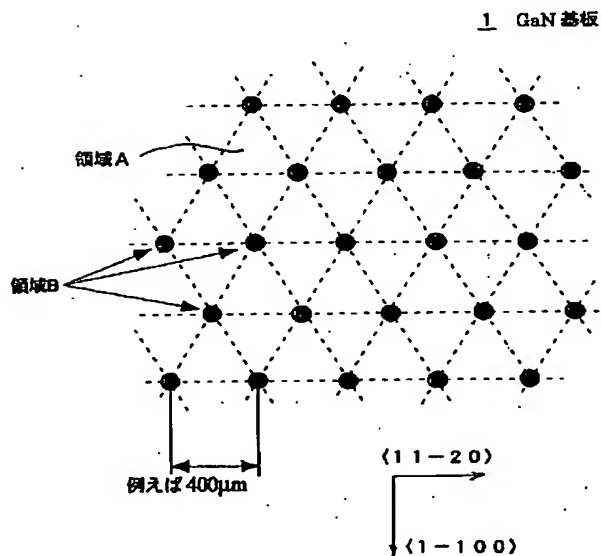
【符号の説明】

1・・・GaN基板、2・・・素子領域、3・・・レー*

【図1】

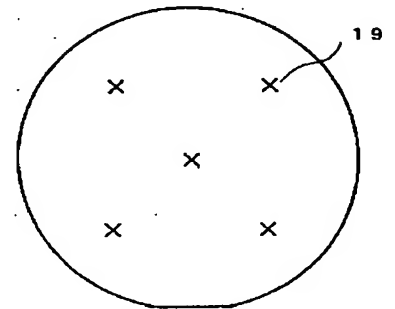


【図2】

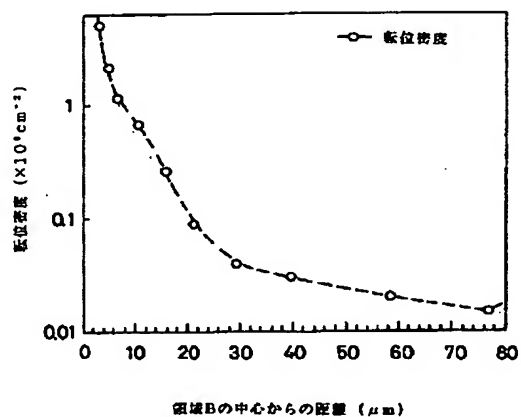


* ザストライプ、5・・・n型GaNバッファ層、6・・・n型AlGaNクラッド層、7・・・n型GaN光導波層、8・・・活性層、9・・・アンドープInGaN劣化防止層、10・・・p型AlGaNキャップ層、11・・・p型GaN光導波層、12・・・p型AlGaNクラッド層、13・・・p型GaNコンタクト層、14・・・リッジ、15、18・・・絶縁膜、16・・・n側電極、17・・・p側電極、19・・・アライメントマーク

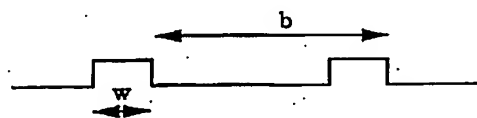
【図13】



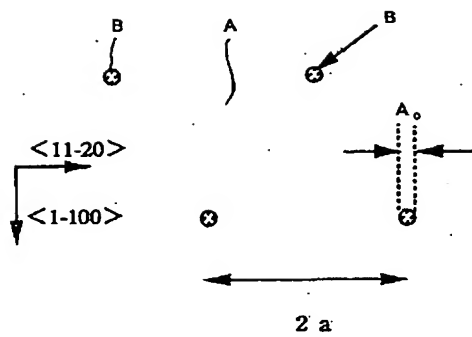
【図3】



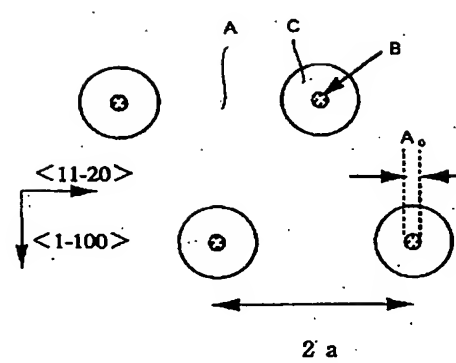
【図5】



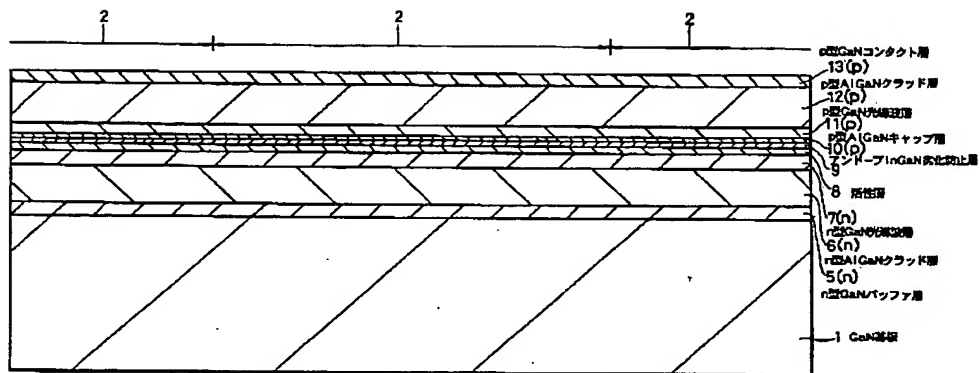
【図4】



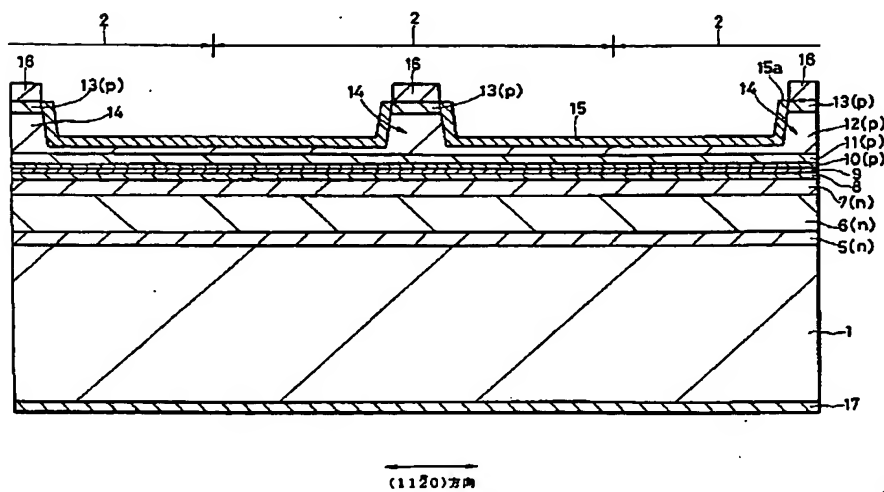
【図6】



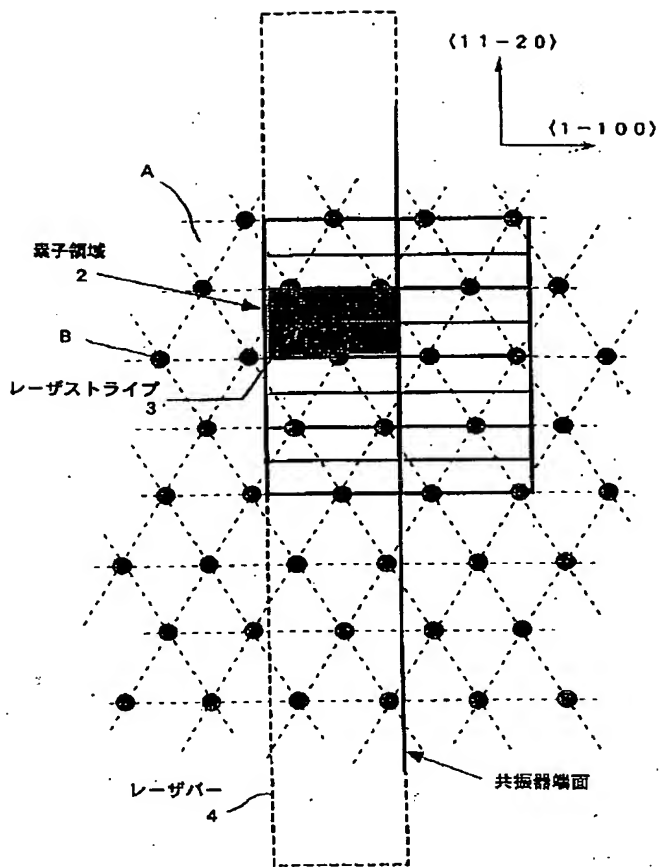
【図7】



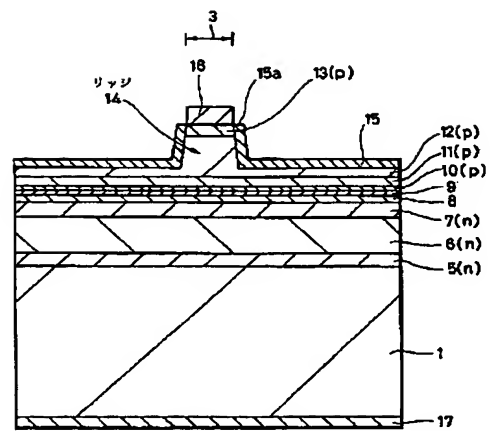
【図8】



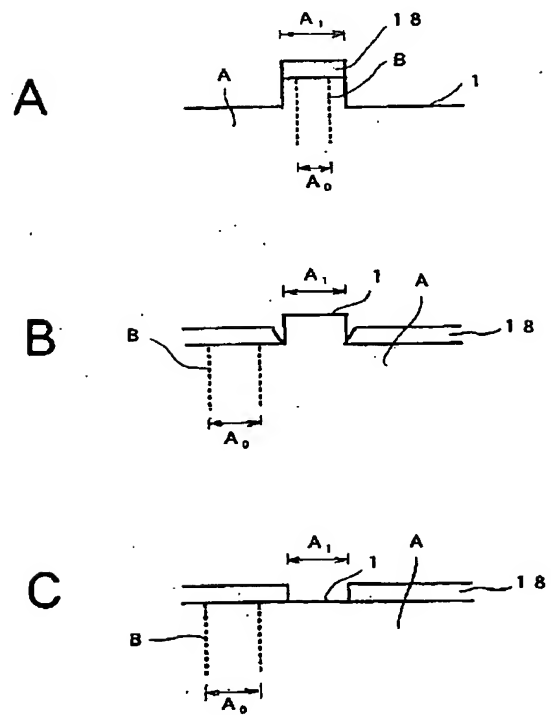
【図9】



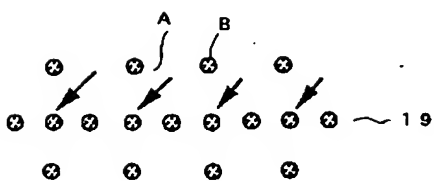
【図10】



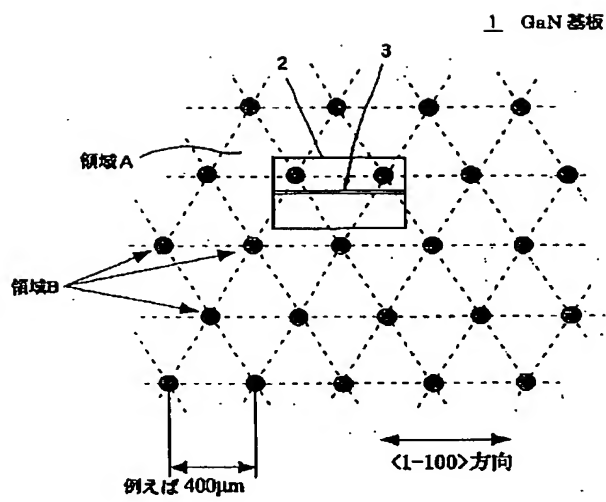
【図11】



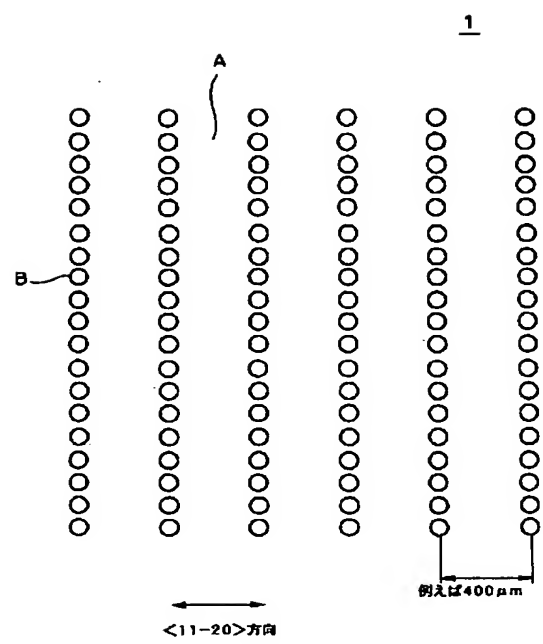
【図12】



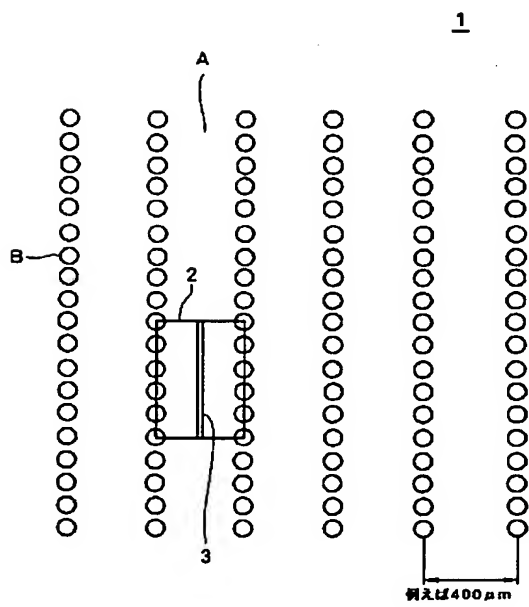
【図14】



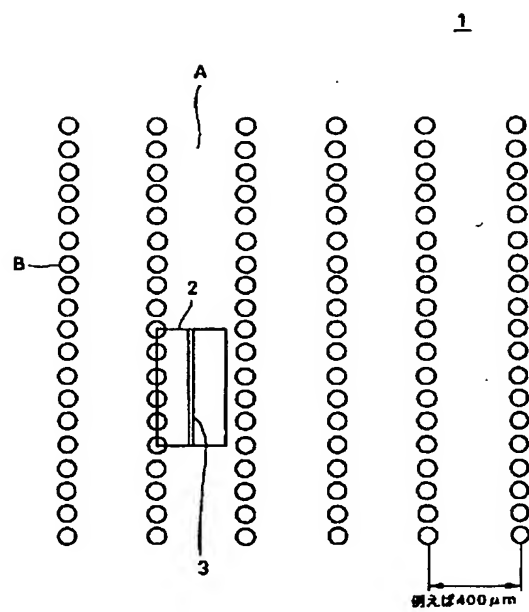
【図15】



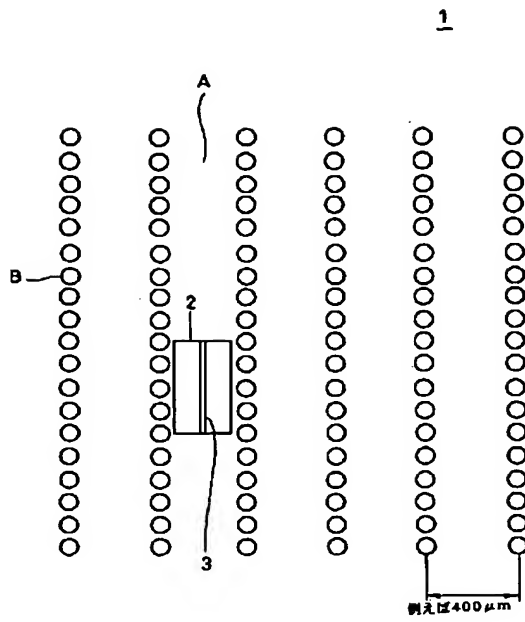
【図16】



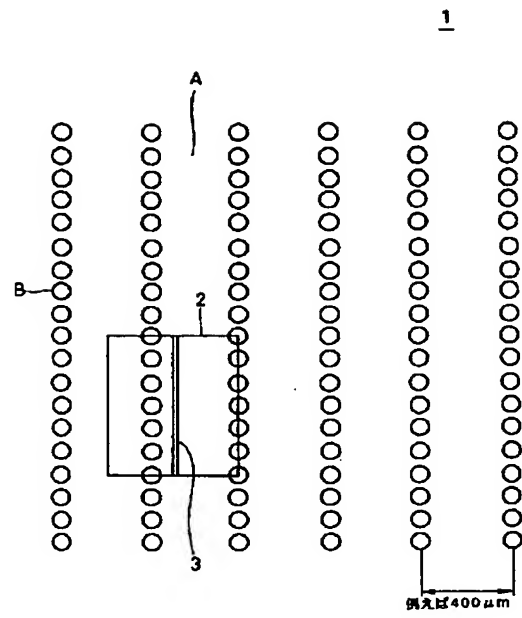
【図17】



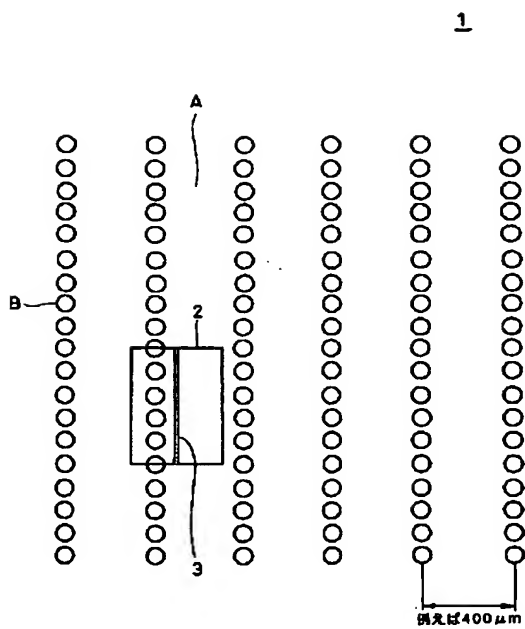
【図 18】



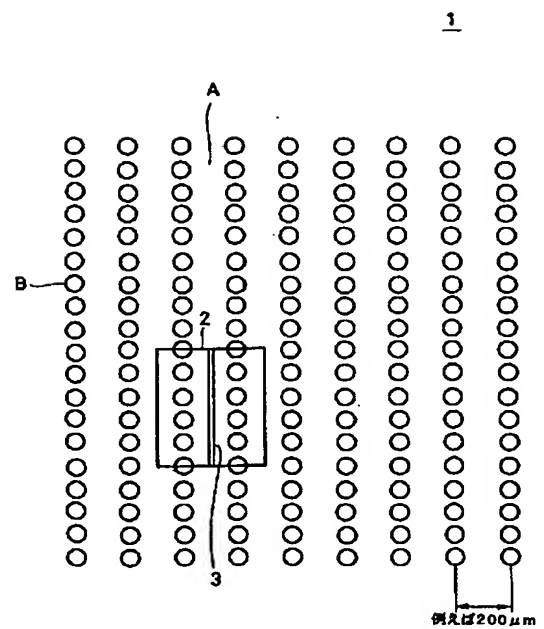
【図 19】



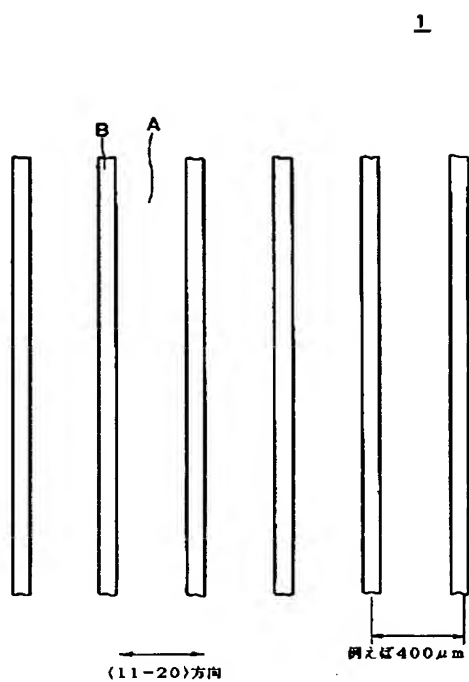
【図 20】



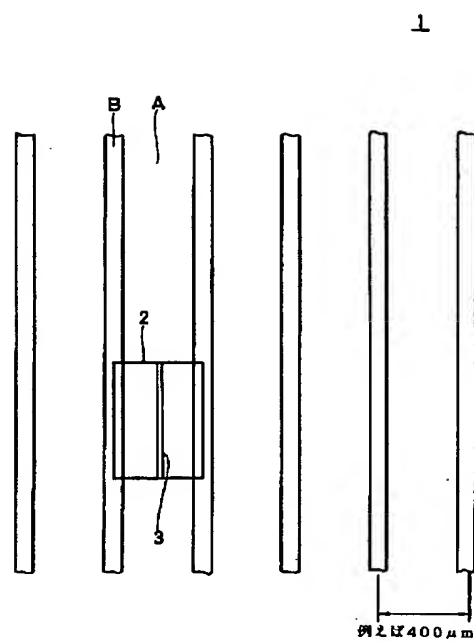
【図 21】



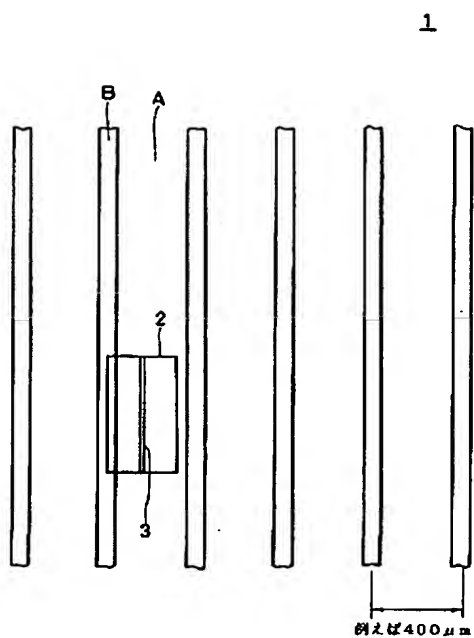
【図22】



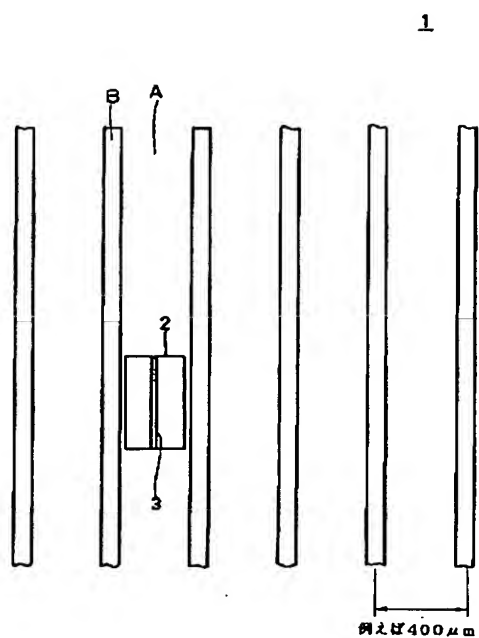
【図23】



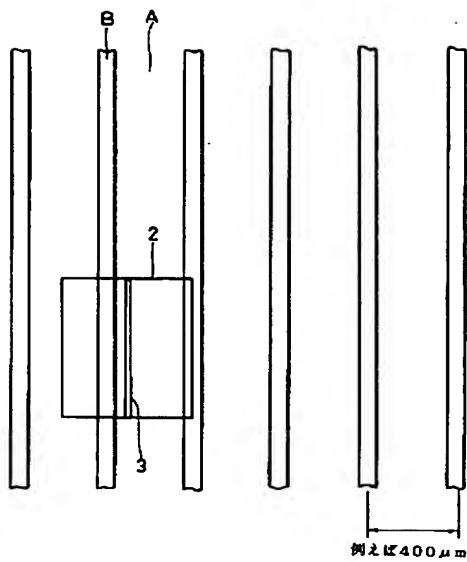
【図24】



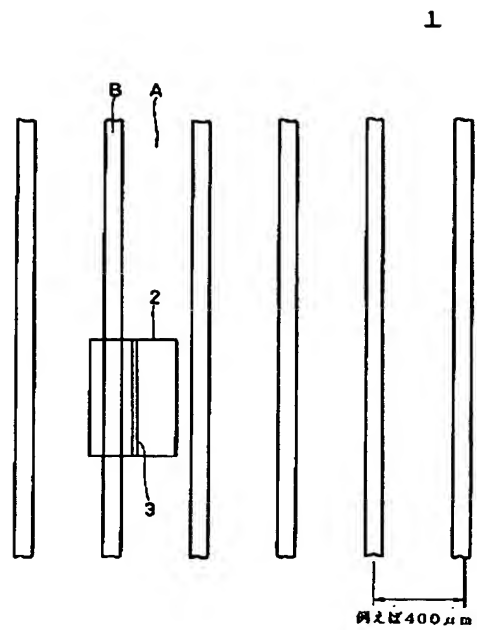
【図25】



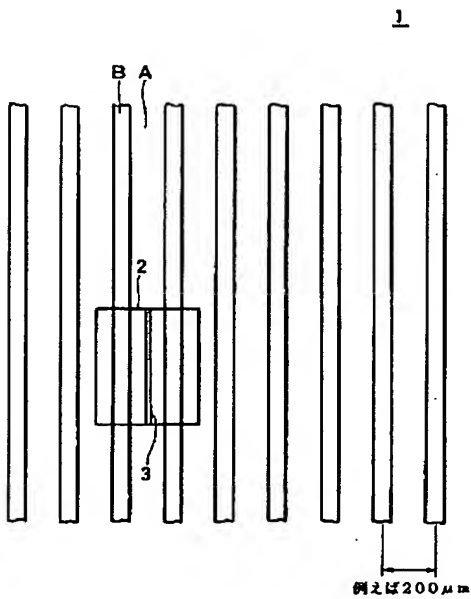
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 元木 健作
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
電気工業株式会社伊丹製作所内

Fターム(参考) 5F041 AA40 CA23 CA34 CA40 CA65
5F052 DA04 EA15 GA01 GC01 JA07
KA05
5F073 AA11 AA13 AA45 AA74 CA07
DA05 DA35